

エネルギー平衡方程式に基づく伊予灘海域での波浪推算

愛媛大学工学部 正員 山口 正 隆

愛媛大学工学部 正員 畑 田 佳 男

1. はじめに：著者らはこれまでエネルギー平衡方程式に基づく波浪推算法を開発し、閉領域である琵琶湖や日本海、開境界をもつ大阪湾・紀伊水道領域に適用し、観測結果との比較からある程度の妥当性を確かめてきた。ひきつづき、本研究では大阪湾と同様外洋からの侵入波浪の影響を受ける豊後水道・伊予灘海域での台風8013号時における波浪推算を試みようとするものである。

2. 台風に伴う外洋波浪の計算：一般に外洋と連続している内海での波浪推算を行う場合、外洋からの侵入波浪を考慮する必要がある。そこで、北緯 $22^{\circ}\sim 34^{\circ}$ 、東経 $122^{\circ}\sim 139^{\circ}$ （南北約1500km、東西約1900km）の太平洋上に設けた格子網上で波浪推算を行い、外洋からの侵入波浪を評価する。図-1は計算領域（格子間隔 $\Delta x = \Delta y = 80\text{km}$ ）および8013号の経路を示す。台風8013号は昭和55年9月11日8時頃鹿児島県大隅半島に上陸し、九州中部を縦断したのち、日本海に抜けており、とくに14時から15時にかけて周防灘を通過している。まず波浪計算に必要な風は台風モデルによることとし、気圧分布としてMeyer式を用い、気圧深度、ほぼ最大風速点、吹き込み角および台風位置を1時間ごとに与えて、図-1の各格子点上の風向・風速を算出した。そして台風モデルの妥当性を検討するため、南西諸島の与那国から瀬戸に至る約25地点の観測結果と計算結果を比較したが、それらのうち、沖縄本島の糸数および高知沖アイ地点について示したものが図-2であり、両地点では比較的よい対応が得られている。また他地点との比較を考えると、台風コースから遠い与那国・西表および石垣などでは台風以外の気象による乱により観測風の風速がモデル風より大きく、風向の対応も十分でないが、台風の影響が支配的かつ地域特性の影響の少ない地点では一応の対応関係が得られるようである。結局台風モデルは台風に伴う平均的な風の場合を一応再現するといえそうである。つぎに、台風モデルによる風の場合のもとでエネルギー平衡方程式に基づく波浪推算法を図-1の領域に対して適用する。計算条件は $\Delta t = 1\text{hr}$ 、 $f = 0.04\text{Hz} \sim 0.7\text{Hz}$ (14)、 $\Delta\theta = 18^{\circ}$ (21) であり、外洋に接する境界では局所風に対応するPierson-Moskowitzスペクトルを境界条件として与えた。ただし、計算領域への過大なエネルギーの流入を避けるため、周波数が 0.1Hz 以下では部分的なエネルギーカットが行われた。図-3は有義波高の平面分布の一例を示したものである。この場合、台風中心は大隅半島近くにあり、その右側領域では $H_{1/2} = 12\text{m}$ 以上に及ぶ高波高が出現しているが、左側領域では九州および奄美大島・沖縄などの影響を受け、比較的静穏である。そして計算結果は石垣島から御坊に至る14点の観測結果と比較された。図-4は高知沖アイ地点における比較を示したものであり、最大値の起時が2時間程度ずれていることを考慮すると、経時変化は比較的よく対応している。しかし、台風来襲前の9月9日時点では波高・周期とも計算結果がかなり小さい。つまり今回の計算ではうねり性の波がう

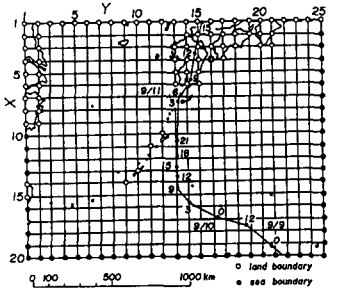


図-1 外洋での格子網と台風経路

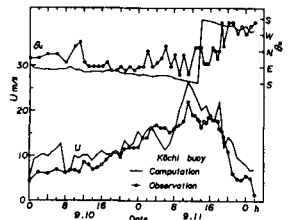
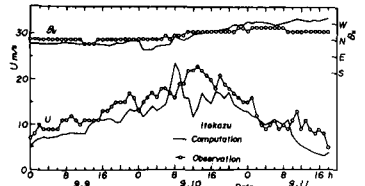


図-2 台風モデルの適用性

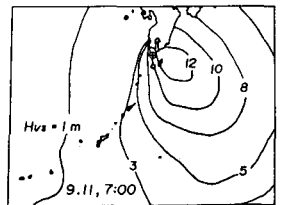


図-3 台風内波浪の平面分布

まく再現されないようである。この傾向は危険半円にあたる台風右側領域の地点でも見出され、さらにピーク値の計算結果は、観測結果が観測水深および地形特性の影響を受けているため、かなり大きな値を与えた。

3. 内海における波浪計算：この場合、風特性の与え方として(1)実測風の内挿、(2)台風モデルの2つ、が用いられた。(1)では、観測結果の海上風への変換、(2)では台風モデルに含まれない地形特性の風分布に与える影響、がそれぞれ問題である。図-5は豊後水道・伊予瀬海域を示したものである。同海域沿岸に沿って多くの地点で風の観測が行われているし、波浪は○印で示す4地点で観測されている。そこで、風観測点を結んで計算領域を多数の三角形に分割し、各三角形内格子点の風特性を平面補間式から推定するという方法を用いて、1時間ごとの海上風の平面分布を推定した。この場合各観測点での海上風は周辺の地形特性や海岸線からの距離などを換算して決めた換算係数を観測風に乘じて推定した。図-6は同領域における海上風の平面分布の推定結果である。この時点は丁度台風中心が周防灘に入ろうとしている時であるので、図においても領域左側の苅田付近に台風中心が見出される。ついで、着岸の有限風域場における波浪の数値計算法を適用し、同海域の波浪を計算した。計算条件は $4\Delta x \times 4\Delta y = 6\text{ km}$ 、 $\Delta t = 10\text{ min}$ であり、吹送距離は各格子点の風向と逆方向を中心に $\pm 11.25^\circ$ および 22.5° の合計5方向に対する対岸距離の平均値とした。豊後水道における境界条件は外洋波浪計算から補助記憶装置に記録した図-1の○地点での1時間ごとの方向スペクトルを10分ごとに線型内挿して与えた。ただし、境界軸方向での方向スペクトルの値は同一とした。図-7は苅田および伊予において波高が最大になった時点での有義波高の平面分布を示したものであり、この時点での領域全体の平均的風向は南東である。図によると、豊後水道では外洋から10m以上の波が侵入してきているが、この侵入波浪は佐田岬半島によって大部分シャットされているため、岬先端付近で4mの等高線が内海部に入っている程度である。図-8は苅田および鶴崎での観測結果との比較を示したものである。この図によると、鶴崎では同期が、一方苅田では波高が大きくなっている。このことから鶴崎での観測結果には外洋からのうわりの影響がかなり入っていることが推測される。また、図-9は風の推定に台風モデルを用いた場合の計算結果であるが、苅田での対応度はかなり改良されるものの、鶴崎では逆に低下している。結局、今回の計算に用いた海上風換算係数は若干小さすぎたように思われる。

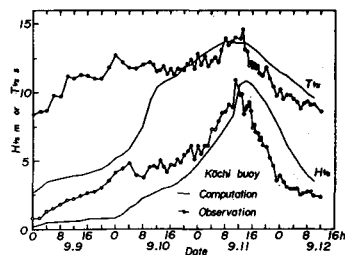


図-4 波特性の比較(高知沖)

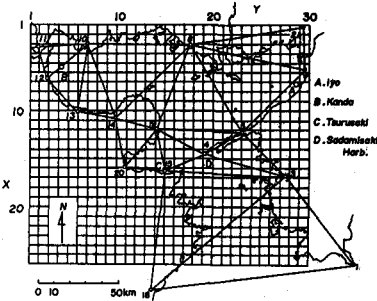


図-5 内海での波浪計算格子網

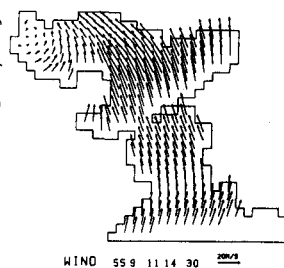


図-6 海上風の平面分布

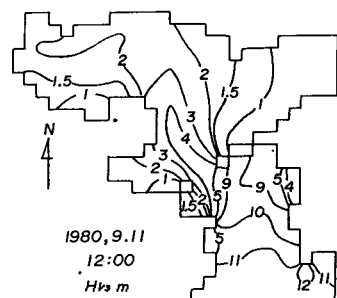


図-7 有義波の平面分布

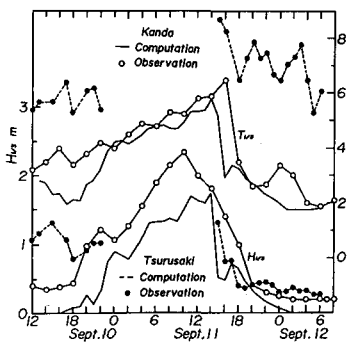


図-8 観測結果との比較(1)

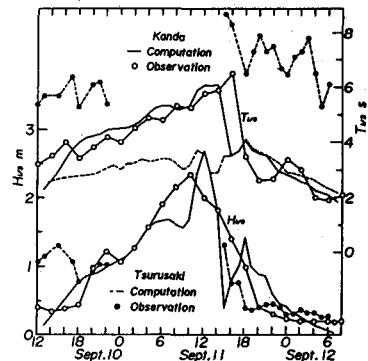


図-9 観測結果との比較(2)